

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-223859

(43)Date of publication of application : 12.08.1994

(51)Int.Cl.

H01M 8/24

B60L 11/18

H01M 8/00

(21)Application number : 05-012904

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 28.01.1993

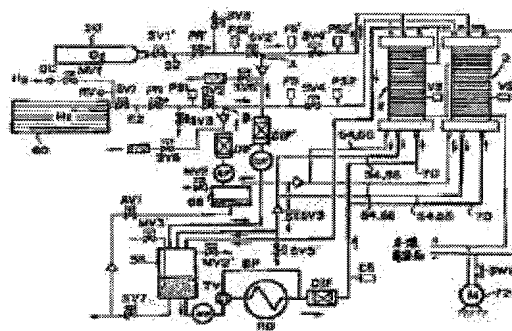
(72)Inventor : YAMANE HAJIME  
WATANABE SHOGO  
EKUSA KENICHIRO

## (54) FUEL CELL AUTOMOBILE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To avoid the poor generation of a fuel cell, resulting from water produced in a reaction of hydrogen gas with oxygen gas, in a fuel cell automobile provided with the fuel cell to generate power due to the abovementioned reaction.

**CONSTITUTION:** A fuel cell 2 is longitudinally laid so that a hydrogen gas passage and an oxygen gas passage passing through the fuel cell 2 may be extended upward and downward to supply and discharge hydrogen gas and oxygen gas upward and downward therethrough respectively. When the operation of the fuel cell 2 is stopped, the supplies of hydrogen gas and oxygen gas from a hydrogen gas supply source 60 and oxygen gas supply source 50, respectively, are stopped then gas circulation pumps GP, GP' are operated with electricity generated by the reaction of residual hydrogen gas and residual oxygen in the fuel cell 2. At the time of starting fuel cell 2, if the generation voltage of the fuel cell 2 is detected to be abnormal in a preset time after the gas circulation pumps GP, GP' are operated, the start of the fuel cell is stopped.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-223859

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 M 8/24

R 8821-4K

B 6 0 L 11/18

G 6821-5H

H 0 1 M 8/00

Z 8821-4K

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平5-12904

(22)出願日

平成5年(1993)1月28日

(71)出願人

000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72)発明者

山根 肇

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者

渡辺 正五

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者

江草 憲一郎

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(74)代理人

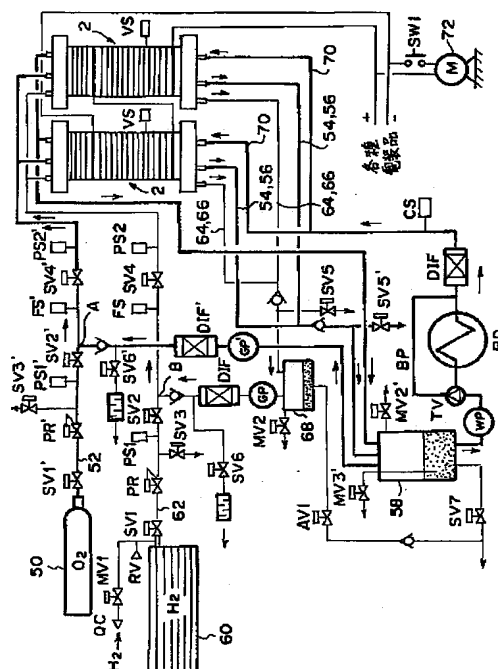
弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54)【発明の名称】 燃料電池自動車

(57)【要約】

【目的】 水素ガスと酸素ガスとを反応させて発電する燃料電池を備えた燃料電池自動車において、上記反応により生成される水に起因する燃料電池の発電不良を回避する。

【構成】 上記燃料電池2を縦置きにして該燃料電池2を通る水素ガス通路および酸素ガス通路が上下方向に延びる様にし、両ガス通路にはそれぞれの上部から水素ガスおよび酸素ガスを供給し下部から排出させる。燃料電池2の作動停止時に、水素ガス供給源60および酸素ガス供給源50からの水素ガスおよび酸素ガスの供給を停止した後、燃料電池2に残留している残留水素ガスと残留酸素ガスとの反応により発電した電気でガス循環ポンプGP、GP'を作動させる。燃料電池2の起動時に、ガス循環ポンプGP、GP'を作動させた後所定時間経過後、燃料電池2の発電電圧の異常が検出されたときは燃料電池の起動を停止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素ガス供給源と酸素ガス供給源とから供給された水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う発電セルを複数個所定方向に積み重ねて成る発電部と、該発電部に設けられ上記発電セルの積み重ね方向に延び上記水素ガスおよび酸素ガスを上記各発電セルに供給しかつ未反応の上記水素ガスおよび酸素ガスを排出させる水素ガス通路および酸素ガス通路とを備えて成る燃料電池を有し、該燃料電池で発電した電気により走行用モータを駆動する燃料電池自動車であって、上記燃料電池が上記水素ガス通路および酸素ガス通路の延びる方向を上下方向にして配設され、上記水素ガス通路および酸素ガス通路にはそれぞれの上部から上記水素ガスおよび酸素ガスを供給し、下部から上記未反応の水素ガスおよび酸素ガスの排出を行うように構成されていることを特徴とする燃料電池自動車。

【請求項2】 水素ガス供給源と酸素ガス供給源とから供給された水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う燃料電池と、該燃料電池から排出された未反応の上記水素ガスおよび酸素ガスを再度上記燃料電池に供給する水素ガス循環路および酸素ガス循環路と、それぞれのガス循環路に設けられた水素ガス循環ポンプおよび酸素ガス循環ポンプとを備えて成り、上記燃料電池で発電した電気により走行用モータを駆動する燃料電池自動車であって、上記燃料電池の作動停止時に、上記水素ガス供給源および酸素ガス供給源からの水素ガスおよび酸素ガスの供給を停止した後、上記燃料電池に残留している残留水素ガスと残留酸素ガスとの反応により発電した電気で、上記両ガス循環ポンプのうち少なくとも上記両ガスの反応による生成水の排出作用を有するガス側のガス循環ポンプを作動させるものであることを特徴とする燃料電池自動車。

【請求項3】 上記水素ガス供給源および酸素ガス供給源からの水素ガスおよび酸素ガスの供給を停止した後、上記燃料電池に残留している残留水素ガスと残留酸素ガスとの反応により発電した電気で、自動車に搭載した上記両ガス循環ポンプ以外の電装品を作動させるものであることを特徴とする請求項1または2記載の燃料電池自動車。

【請求項4】 上記燃料電池の出力が規定値以下になったときまたは上記燃料電池内の水素ガス圧もしくは酸素ガス圧が規定値以下になったとき、上記両残留ガスの反応により発電した電気で作動せしめられているガス循環ポンプの作動を停止させるものであることを特徴とする請求項2記載の燃料電池自動車。

【請求項5】 上記燃料電池の出力が規定値以下になったときまたは上記燃料電池内の水素ガス圧もしくは酸素ガス圧が規定値以下になったとき、上記両ガス循環ポンプ以外の電装品の作動を停止させるものであることを特

徴とする請求項3記載の燃料電池自動車。

【請求項6】 上記両ガス循環ポンプ以外の電装品が、照明ランプ類、室内換気装置もしくは空気清浄器のうちの少なくとも一つから成ることを特徴とする請求項3または5記載の燃料電池自動車。

【請求項7】 水素ガス供給源と酸素ガス供給源とから供給された水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う燃料電池と、該燃料電池から排出された未反応の上記水素ガスおよび酸素ガスを再度上記燃料電池に供給する水素ガス循環路および酸素ガス循環路と、それぞれのガス循環路に設けられた水素ガス循環ポンプおよび酸素ガス循環ポンプとを備えて成り、上記燃料電池で発電した電気により走行用モータを駆動する燃料電池自動車であって、

上記燃料電池の発電電圧の正常異常を検出する電圧状態検出手段を備え、上記燃料電池の起動時に、上記両ガス循環ポンプを作動させた後所定時間経過後、上記電圧状態検出手段により燃料電池の発電電圧の異常が検出されたときは上記燃料電池の起動を停止するものであることを特徴とする燃料電池自動車。

【請求項8】 上記電圧状態検出手段が、上記燃料電池の発電電圧が規定値以下のとき発電電圧の異常を検出するものであることを特徴とする請求項7記載の燃料電池自動車。

【請求項9】 上記燃料電池が水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う発電セルを複数個備えて成り、上記電圧状態検出手段が、上記燃料電池の各発電セルもしくは複数の発電セルからなる複数の発電セルグループごとの発電電圧を検出し、いずれかの発電セルもしくは発電セルグループの発電電圧が規定値以下のとき上記燃料電池の発電電圧の異常を検出するものであることを特徴とする請求項7記載の燃料電池自動車。

【請求項10】 上記燃料電池が水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う発電セルを複数個備えて成り、上記電圧状態検出手段が、上記燃料電池の各発電セルもしくは複数の発電セルからなる複数の発電セルグループごとの発電電圧を検出し、各発電セル間もしくは各発電セルグループ間の発電電圧のばらつきが規定値以上であるとき上記燃料電池の発電電圧の異常を検出するものであることを特徴とする請求項7記載の燃料電池自動車。

【請求項11】 上記両ガス循環ポンプを作動させた後所定時間経過後、上記電圧状態検出手段により燃料電池の発電電圧の異常が検出されたときは、上記燃料電池における付着水除去制御を行い、該付着水除去制御後も上記燃料電池の発電電圧が異常であるときは該燃料電池の起動を停止するものであることを特徴とする請求項7～10のいずれかに記載の燃料電池自動車。

【請求項12】 上記付着水除去制御を所定時間もしくは所定回数実施した後も上記燃料電池の発電電圧が異常であるときは該燃料電池の起動を停止するものであるこ

10

20

30

40

50

とを特徴とする請求項11記載の燃料電池自動車。

【請求項13】 上記付着水除去制御が、上記両ガス循環路を通るガスのうち少なくとも上記両ガスの反応による生成水の排出作用を有するガスの流量を増大させるものであることを特徴とする請求項11または12記載の燃料電池自動車。

【請求項14】 上記付着水除去制御が、上記両ガス循環路を通るガスのうち少なくとも上記両ガスの反応による生成水の排出作用を有するガスの流量を増減変化させるものであることを特徴とする請求項11または12記載の燃料電池自動車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、水素ガスと酸素ガスとを反応させて発電する燃料電池を備え、該燃料電池で発電した電気により駆動される燃料電池自動車に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば米国特許第5,047,298号明細書には、水素と酸素とを反応させて発電を行なう燃料電池が開示されている。また、特開昭51-4717号公報には、その様な水素と酸素とを反応させて発電を行なう燃料電池を備え、該燃料電池で発電した電気により走行用モータを駆動して走行する燃料電池自動車が開示されている。

【0003】上記の如き燃料電池としては、例えばプロトン交換膜を用いたPEM型燃料電池が知られている。かかる燃料電池は、プロトン交換膜を挟んで酸素室と水素室とが設けられ、両室に加湿酸素ガスと加湿水素ガスとを供給し、水素室でイオン化された水素イオンがプロトン交換膜を通して酸素室に入り、この酸素室で水素と酸素とを反応させて発電を行なうものである。

【0004】この様な燃料電池は、従来図11、図12に示す様に横置きにして自動車に配設されている。即ち、燃料電池2は、酸素ガスと水素ガスを加湿する加湿部4と、上記プロトン交換膜と酸素室と水素室とを備えた発電セルを複数個積み重ねた発電部6とを備えて成り、各発電セルの酸素室に酸素ガスを供給し排出する酸素ガス通路20（供給側通路22および排出側通路24）、各発電セルの水素室に水素ガスを供給し排出する水素ガス通路30（供給側通路26および排出側通路28）および各発電セルを冷却する冷却水を供給し排出する冷却水通路36（供給側通路32および排出側通路34）がそれぞれ上記各発電セルの積み重ね方向（図中左右方向）に延びて配設され、かかる燃料電池2をその各セルの積み重ね方向が水平方向（図中左右方向）になるように横置きにして自動車に配設され、従って酸素ガス通路20、水素ガス通路30および冷却水通路36はいずれも水平方向に延びる態様となっている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記の如き燃料電池は、水素と酸素とを反応させるのでその反応に

より水が生成され、従って例えば上記の如きプロトン交換膜を用いたPEM型燃料電池の場合、その生成水がプロトン交換膜に付着し、発電に支障が生じることがある。また、その様なプロトン交換膜を用いたPEM型燃料電池の場合、水素ガスと酸素ガスとを反応させるためその水素ガスと酸素ガスとに水分を含有させる必要があり、その水素ガスおよび酸素ガスに含有されている水分が上記プロトン交換膜に付着し、発電に支障が生じることがある。

【0006】さらに、燃料電池作動時には、燃料電池内を水素ガスと酸素ガスが流動しているため、上記反応による生成水や上記水素ガスや酸素ガスに含有されている水分はその水素ガスや酸素ガスの流れによって該流れと共に上記水素ガス通路および酸素ガス通路を通して燃料電池外部にある程度排出されるが、燃料電池の作動停止時には、もはや上記水素ガスや酸素ガスの流れは停止され、その流れが停止した状態の下で燃料電池内の残留水素ガスと残留酸素ガスとがしばらくの間反応し続け、従ってその残留水素ガスと残留酸素ガスとの反応により生成した水もしくはそれらの残留ガスに含有されている水分は、上記燃料電池の作動時の様に水素ガスと酸素ガスの流れによって外部に排出することはできず、それらはプロトン交換膜に付着し、従ってその後の起動時にこの付着水により発電に支障を来すことがある。

【0007】上記プロトン交換膜への付着水の問題は、特に反応生成水によるものが顕著であり、上記PEM型燃料電池の場合上述の様に酸素室で反応して水が生成されるので、上記付着水の問題を解決するにあたっては、特にこの酸素室側において生成される水の付着を解決することが重要である。

【0008】本発明の目的は、上記事情に鑑み、水素ガスと酸素ガスとの反応による生成水に起因するトラブルを防止することのできる燃料電池自動車を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本願の第1の発明に係る燃料電池自動車は、上記目的を達成するため、水素ガス供給源と酸素ガス供給源とから供給された水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う発電セルを複数個所定方向に積み重ねて成る発電部と、該発電部に設けられ上記発電セルの積み重ね方向に延び上記水素ガスおよび酸素ガスを上記各発電セルに供給しかつ未反応の上記水素ガスおよび酸素ガスを排出させる水素ガス通路および酸素ガス通路とを備えて成る燃料電池を有し、該燃料電池で発電した電気により走行用モータを駆動する燃料電池自動車であって、上記燃料電池が上記水素ガス通路および酸素ガス通路の延びる方向を上下方向にして配設され、上記水素ガス通路および酸素ガス通路にはそれぞれの上部から上記水素ガスおよび酸素ガスを供給し、下部から上記未反応の水素ガスおよび酸素ガスの排出を行う

ように構成されていることを特徴とする。

【0010】本願の第2の発明に係る燃料電池自動車は、上記目的を達成するため、水素ガス供給源と酸素ガス供給源とから供給された水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う燃料電池と、該燃料電池から排出された未反応の上記水素ガスおよび酸素ガスを再度上記燃料電池に供給する水素ガス循環路および酸素ガス循環路と、それぞれのガス循環路に設けられた水素ガス循環ポンプおよび酸素ガス循環ポンプとを備えて成り、上記燃料電池で発電した電気により走行用モータを駆動する燃料電池自動車であって、上記燃料電池の作動停止時に、上記水素ガス供給源および酸素ガス供給源からの水素ガスおよび酸素ガスの供給を停止した後、上記燃料電池に残留している残留水素ガスと残留酸素ガスとの反応により発電した電気、上記両ガス循環ポンプのうち少なくとも上記両ガスの反応による生成水の排出作用を有するガス側のガス循環ポンプを作動させるものであることを特徴とする。

【0011】上記第1、第2の発明に係る燃料電池自動車においては、上記水素ガス供給源および酸素ガス供給源からの水素ガスおよび酸素ガスの供給を停止した後、上記燃料電池に残留している残留水素ガスと残留酸素ガスとの反応により発電した電気、自動車の搭載した上記両ガス循環ポンプ以外の電装品を作動させるものとして構成することができる。

【0012】また、上記燃料電池の出力が規定値以下になったときまたは上記燃料電池内の水素ガス圧もしくは酸素ガス圧が規定値以下になったとき、上記両残留ガスの反応により発電した電気で作動せしめられているガス循環ポンプの作動を停止させるものとして構成することができる。

【0013】また、上記燃料電池の出力が規定値以下になったときまたは上記燃料電池内の水素ガス圧もしくは酸素ガス圧が規定値以下になったとき、上記両ガス循環ポンプ以外の電装品の作動を停止させるものとして構成することができる。

【0014】また、上記両ガス循環ポンプ以外の電装品としては、照明ランプ類、室内換気装置もしくは空気清浄器を挙げることができる。

【0015】本願の第3の発明に係る燃料電池自動車は、上記目的を達成するため、水素ガス供給源と酸素ガス供給源とから供給された水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う燃料電池と、該燃料電池から排出された未反応の上記水素ガスおよび酸素ガスを再度上記燃料電池に供給する水素ガス循環路および酸素ガス循環路と、それぞれのガス循環路に設けられた水素ガス循環ポンプおよび酸素ガス循環ポンプとを備えて成り、上記燃料電池で発電した電気により走行用モータを駆動する燃料電池自動車であって、上記燃料電池の発電電圧の正常異常を検出する電圧状態検出手段を備え、上記燃料電池

の起動時に、上記両ガス循環ポンプを作動させた後所定時間経過後、上記電圧状態検出手段により燃料電池の発電電圧の異常が検出されたときは上記燃料電池の起動を停止するものであることを特徴とする。

【0016】上記電圧状態検出手段は、上記燃料電池の発電電圧が規定値以下のとき発電電圧の異常を検出するものとして構成することができる。

【0017】また、上記燃料電池が水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う発電セルを複数個備えて成り、上記電圧状態検出手段は、上記燃料電池の各発電セルもしくは複数の発電セルからなる複数の発電セルグループごとの発電電圧を検出し、いずれかの発電セルもしくは発電セルグループの発電電圧が規定値以下のとき上記燃料電池の発電電圧の異常を検出するものとして構成することができる。

【0018】また、上記燃料電池が水素ガスと酸素ガスとの反応により発電を行う発電セルを複数個備えて成り、上記電圧状態検出手段は、上記燃料電池の各発電セルもしくは複数の発電セルからなる複数の発電セルグループごとの発電電圧を検出し、各発電セル間もしくは各発電セルグループ間の発電電圧のばらつきが規定値以上であるとき上記燃料電池の発電電圧の異常を検出するものとして構成することができる。

【0019】また、上記両ガス循環ポンプを作動させた後所定時間経過後、上記電圧状態検出手段により燃料電池の発電電圧の異常が検出されたときは、上記燃料電池における付着水除去制御を行い、該付着水除去制御後も上記燃料電池の発電電圧が異常であるときは該燃料電池の起動を停止するものとして構成することができる。

【0020】また、上記付着水除去制御を所定回数もしくは所定回数実施した後も上記燃料電池の発電電圧が異常であるときは該燃料電池の起動を停止するものとして構成することができる。

【0021】また、上記付着水除去制御は、上記両ガス循環路を通るガスのうち少なくとも上記両ガスの反応による生成水の排出作用を有するガスの流量を増大させるものとして構成することができる。

【0022】また、上記付着水除去制御は、上記両ガス循環路を通るガスのうち少なくとも上記両ガスの反応による生成水の排出作用を有するガスの流量を増減変化させるものとして構成することができる。

【0023】なお、本発明において上記燃料電池に反応のため酸素ガスを供給するにあたっては、酸素ガスそのものを供給しても良いし酸素ガスを含むガス例えば空気を供給することもできる。従って、上記燃料電池に酸素ガスを供給する酸素ガス供給源は、酸素ガスそのものの供給源であっても良いし、空気供給源であっても良い。

【0024】

【作用および発明の効果】本願の第1の発明に係る燃料電池自動車は、上記の様に、燃料電池をその発電部を通

る水素ガス通路および酸素ガス通路の延びる方向が上下方向になるように縦置き配設し、上記水素ガス通路および酸素ガス通路にはそれぞれの上部から水素ガスおよび酸素ガスを供給し、下部から未反応の水素ガスおよび酸素ガスを排出する様に構成されているので、上記水素ガスおよび酸素ガスはその上下方向に延びる水素ガス通路および酸素ガス通路内を下方に向かって流れる。従って、水素ガスおよび酸素ガスの流れによって排出される水分に対して重力がその排出方向に働き、この重力によって水分の排出が助長され、上述の従来技術の様に水素ガス通路および酸素ガス通路が水平方向に延びているものに比して、反応による生成水や水素ガスおよび酸素ガスに含まれていた水分の排出性の向上が図られ、燃料電池内での水付着によるトラブル、例えばPEM型燃料電池の場合のプロトン交換膜への水付着によるトラブルの発生を抑制することができる。

【0025】また、本願の第2の発明に係る燃料電池自動車は、上述の様に、燃料電池の作動停止時に、残留水素ガスと残留酸素ガスとの反応により発電された電気によって両ガス循環ポンプのうち少なくとも上記両ガスの反応による生成水の排出作用を有するガス側のガス循環ポンプ（上記PEM型燃料電池の場合は酸素ガス循環ポンプ）を作動させるので、反応生成水排出作用を有する残留ガスの流れが形成され、従って残留ガス反応による生成水をこの残留ガスの流れにより燃料電池内から排出させることができ、燃料電池内での残留ガス反応生成水の付着によるトラブル、例えばPEM型燃料電池の場合その反応生成水のプロトン交換膜への付着によるトラブル発生を抑制することができ、特に燃料電池の再始動時における残留ガス反応生成水の付着によるトラブル発生を防止することができる。

【0026】また、上記残留ガス反応による電気により電装品を作動させることにより、この残留ガス反応による余剰電気の有効利用を図ることができる。

【0027】また、燃料電池の出力もしくは燃料電池内のガス圧が規定値以下となった時点で上記ガス循環ポンプや電装品の作動を停止させることにより、それらの作動停止を適切に行なうことができる。

【0028】また、上記電装品として、照明ランプ類、室内換気装置もしくは空気清浄器という自動車の停止中に作動させることが必要もしくは有効なものを選択することにより、上記余剰電力の利用をより一層有効なものとするることができる。

【0029】本願の第3の発明に係る燃料電池自動車は、上述の様に、燃料電池の発電電圧の正常異常を検出する電圧状態検出手段を備え、両ガス循環ポンプを所定時間経過した後においても発電電圧が異常であるときは燃料電池の起動を停止するように構成されているので、通常の水素ガス流によっては除去することのできない付着水による燃料電池の作動不良を検出して該燃料電池の起動

を停止することができ、従って燃料電池を作動させて走行を開始した後におけるその様な付着水による燃料電池の作動不良に基づくトラブルを未然に防止することができる。

【0030】また、付着水による作動不良は発電電圧の低下という形で表われるので、燃料電池の発電電圧が規定値以下のとき燃料電池の起動を停止することにより、上記付着水に起因する作動不良によるトラブルを確実に防止することができる。

【0031】また、各セルまたは各セルグループの発電電圧が規定値以下のとき燃料電池の起動を停止することにより、より高精度で付着水に起因する作動不良によるトラブルを防止することができる。

【0032】また、各セルまたは各セルグループの発電電圧のばらつきが規定値以上のとき燃料電池の起動を停止することにより、同様に高精度で付着水に起因する作動不良によるトラブルを防止することができる。

【0033】また、ガス循環ポンプを作動して所定時間経過しても燃料電池の発電電圧が異常である場合、直ちに燃料電池の起動を停止するのではなく所定の付着水除去制御を行ない、それでも発電電圧が異常である場合のみ燃料電池の起動を停止することにより、軽い水付着による起動停止を減少させることができ、より合理的な起動制御が可能となる。

【0034】また、付着水除去制御を所定時間もしくは所定回数行なった後それでも発電電圧が異常である場合のみ燃料電池の起動を停止することにより、上記軽い水付着による起動停止をより一層減少させることができる。

【0035】また、付着水除去制御を、燃料電池内における反応生成水排出作用を有するガスの流量増大や流量の増減変化により行なうことにより、付着水除去を有効に行なうことができる。

【0036】なお、発電電圧の異常は上記付着水によるものだけでなく燃料電池の破損、プロトン交換膜や電極の劣化等の種々の故障によっても生じ、従って上記発電電圧の異常による燃料電池の起動停止は、上記付着水のみでなくその様な燃料電池自体の故障等に対しても有効である。

【0037】また、発電電圧の低下からはそれが付着水によるものか上記燃料電池自体の故障によるものかを判別できない。また、付着水による発電電圧の異常は燃料電池の停止後における残留ガス反応による生成水が原因となって発生頻度が高く、しかもその付着水によるものは一時的であって付着水除去により解決可能なものである。従って、上記の様に単に所定時間経過後発電電圧が異常のときは起動を停止するもの場合は、その様な解決可能な付着水の場合もそうでない上記燃料電池の故障の場合も一律に燃料電池の起動を停止させることとなる虞れがあるが、上記の様に付着水除去制御を行なった後

でも発電電圧が異常であるときのみ燃料電池の起動を停止することにより、一時的な現象で頻度が高くかつ解決可能な付着水による起動停止を回避でき、よって起動時に発生しやすい付着水による作動不良を解決しつつかつ解決不能な燃料電池自体の故障時にのみ起動を停止させることができる。

【0038】また、上記燃料電池自動車においては、生成水排出作用を有するガス側のガス循環ポンプを作動させ、あるいは生成水の排出作用を有するガスの流量増大もしくは増減変化を行なうことにより、燃料電池からの反応生成水の排出や燃料電池内における付着反応生成水の除去を行なうことができると共に、該生成水の排出作用を有するガス自身に含有している水分の排出や付着除去も行なうことができる。そして、上記燃料電池自動車においては、上記生成水の排出作用を有するガス側のみでなく両方のガスの循環ポンプを作動させあるいは両方のガスの流量増大もしくは増減変化を行なうことにより、両ガス自身に含まれている水分の排出や付着除去も行なうことができる。

【0039】

【実施例】以下、図面を参照しながら本発明の実施例について詳細に説明する。

【0040】＜燃料電池システムの基本構成＞図1は本発明に係る燃料電池自動車の一実施例における燃料電池システムの基本構成を示す図、図2は図1中の燃料電池を示す図、図3は図2に示す燃料電池における反応ガスである水素ガスと酸素ガスおよび冷却水の流れを示す図、図4は図2に示す燃料電池における酸素ガスの流れを示す詳細断面図である。

【0041】まず、図2、3および4を参照しながら燃料電池について説明する。本実施例では燃料電池としてプロトン交換膜を使用した水素ガスと酸素ガスとを反応させて発電するPEM型燃料電池を用いている。

【0042】図2に示す様に、この燃料電池2は、加湿部4と発電部6とを備え、加湿部4で純水を用いた冷却水により反応ガスである酸素ガスと水素ガスとを加湿し、発電部6でこれらの加湿された酸素ガスと水素ガスとを反応させて発電し、かつこの反応により反応熱が生じる発電部6を上記冷却水で冷却する様に構成されている。

【0043】上記加湿部4は複数の加湿セルを積み重ねて成り、酸素ガス、水素ガスおよび冷却水は各セルを順次通り、各セルで加湿される。各セルでの加湿は水分を通過させる高分子膜を介して酸素ガスおよび水素ガスを冷却水と接触させて酸素ガスおよび水素ガスに飽和蒸気圧の水分を含有させることにより行なわれる。

【0044】上記発電部6は、図4に示す様に、複数の発電セル8を積み重ねて成り、上記加湿部4で加湿された酸素ガスと水素ガスとが各セル8を順次通り、各セル8で反応して発電する。各セル8は、水素イオンのみを

通すプロトン交換膜10と、該プロトン交換膜10によって区画された水素室12および酸素室14と、上記プロトン交換膜10に設けられた水素側電極16および酸素側電極18を備えて成る。

【0045】発電部6には各発電セル8の積み重ね方向に延びる酸素ガス通路20が設けられている。この酸素ガス通路20は、各セル8の積み重ね方向に延びる供給側通路22と排出側通路24とを備え、供給側通路22から各セル8の酸素室14に酸素ガスを供給し、各セル8の酸素室14から未反応酸素ガスを排出側通路24を介して排出する。また、発電部6には、この酸素ガス通路20と同様に構成された図示しない水素ガス通路が設けられている。この水素ガス通路も、上記酸素ガス通路20と同様に、各セル8の積み重ね方向に延びる供給側通路と排出側通路とを備え、供給側通路から各セルの水素室12に水素ガスを供給すると共に各セルの水素室12から未反応水素ガスを排出側通路を介して排出する。さらに、発電部6には、図示しない冷却水通路が設けられており、この冷却水通路も上記酸素ガス通路20と同様に各セル8の積み重ね方向に延びる供給側通路と排出側通路とを備え、供給側通路から各セル8間に形成された冷却水室25に冷却水を供給すると共に各冷却水室25から冷却水を排出側通路を介して排出する。

【0046】上記各発電セル8における発電メカニズムは次の通りである。即ち、各セル8の水素室12に供給された加湿水素は水素側電極16の下でイオン化され、この水素イオンがプロトン交換膜を通して酸素室14に入り該酸素室14において酸素側電極18の下で水素と酸素とが反応し、該反応により発電をすると共に水が生成され、この生成水は未反応酸素ガスと共に酸素の排出側通路24から未反応酸素ガスの流れによって排出される。

【0047】図3に上記加湿部4および発電部6における酸素ガス、水素ガスおよび冷却水の通路および流れを示す。図示の様に、供給側通路26および排出側通路28を備えて成る水素ガス通路30も、供給側通路32および排出側通路34を備えて成る冷却水通路36も上記酸素ガス通路20と同様に各セル8の積み重ね方向に延びている。また、燃料電池2は各セル8の積み重ね方向を上下方向として配設され、加湿部4は発電部6の上部に位置し、酸素ガス通路20、水素ガス通路30および冷却水通路36はいずれも上下方向に延び、酸素ガスおよび水素ガスは上から供給して下に排出するように、冷却水は下から供給して上に排出する様に構成されている。

【0048】上記の様に、燃料電池2をその発電部6を通る水素ガス通路30および酸素ガス通路20の延びる方向が上下方向になるように縦置き配設し、上記水素ガス通路30および酸素ガス通路20にはそれぞれの上部から水素ガスおよび酸素ガスを供給し、下部から未反応の水素ガスおよび酸素ガスを排出する様に構成することにより、上記水素ガスおよび酸素ガスはその上下方向に延びる水

素ガス通路30および酸素ガス通路20内を下方に向かって流れることとなる。従って、水素ガスおよび酸素ガスの流れによって排出される水分に対して重力がその排出方向に働き、この重力によって水分の排出が助長され、反応生成水や水素ガスおよび酸素ガスに含まれていた水分の排出性の向上が図られ、燃料電池内での水付着によるトラブル、例えばPEM型燃料電池の場合のプロトン交換膜への水付着によるトラブルの発生を抑制することができる。

【0049】次に、図1を参照しながら上述の燃料電池を用いた自動車における燃料電池システムについて説明する。図示の燃料電池システムは、2個の燃料電池2を備え、両燃料電池2には酸素ガス、水素ガスおよび冷却水が並列的に供給され、各燃料電池2で発電した電気は直列的に取り出される。

【0050】各燃料電池2には、酸素ガス供給源である高圧酸素ポンプ50から酸素ガス供給路52を介して酸素ガスそのものが供給される。また、各燃料電池2からは未反応酸素ガスが酸素ガス排出路54を介して排出され、該酸素ガス排出路54はA点において上記酸素ガス供給路52に接続され、各燃料電池2内の酸素ガス通路と上記酸素ガス排出路54と上記酸素ガス供給路52のうち上記A点から燃料電池2までの部分とで酸素ガス循環路56が形成され、上記未反応酸素ガスはこの酸素ガス循環路56を通過して循環せしめられる。

【0051】上記酸素ガス供給路52には、酸素ガス供給源50側から順に元バルブであるソレノイドバルブSV1'、供給酸素ガス圧を一定に保つ圧力レギュレータPR'、分岐路に設けられたソレノイドバルブSV3'、圧力センサPS1'、入口バルブであるソレノイドバルブSV2'が設けられ、かつ酸素ガス循環路56兼用部分には流量センサFS'、循環路開閉バルブであるソレノイドバルブSV4'、圧力センサPS2'が設けられている。上記酸素ガス排出路54には、分岐路に設けられたパージバルブであるソレノイドバルブSV5'、水トラップ容器（水セパレータ）58、酸素ガス循環ポンプGP'および脱イオンフィルタDIF'が設けられている。

【0052】また、各燃料電池2には、水素ガス供給源である水素を吸蔵した水素吸蔵合金60から水素ガス供給路62を介して水素ガスそのものが供給される。また、各燃料電池2からは未反応水素ガスが水素ガス排出路64を介して排出され、該水素ガス排出路64はB点において上記水素ガス供給路62に接続され、各燃料電池2内の水素ガス通路と上記水素ガス排出路64と上記水素ガス供給路62のうち上記B点から燃料電池2までの部分とで水素ガス循環路66が形成され、上記未反応水素ガスはこの水素ガス循環路66を通過して循環せしめられる。

【0053】上記水素ガス供給路62には、水素ガス供給源60側から順に元バルブであるソレノイドバルブSV

1、供給水素ガス圧を一定に保つ圧力レギュレータPR、分岐路に設けられたソレノイドバルブSV3、圧力センサPS1、入口バルブであるソレノイドバルブSV2が設けられ、かつ水素ガス循環路66兼用部分には流量センサFS、循環路開閉バルブであるソレノイドバルブSV4、圧力センサPS2が設けられている。上記水素ガス排出路64には、分岐路に設けられたパージバルブであるソレノイドバルブSV5、水トラップ容器（水セパレータ）68、水素ガス循環ポンプGPおよび脱イオンフィルタDIFが設けられている。また、上記水素ガス供給源60とソレノイドバルブSV1との間には分岐路が設けられ、リークバルブRV、マニュアルバルブMV1およびクイックコネクタQCが設けられ、水素吸蔵合金60に水素を吸蔵させる際、水素ポンプ（図示せず）がこのクイックコネクタQCに接続される。

【0054】また、各燃料電池2には冷却水循環路70が設けられている。該冷却水循環路70は燃料電池2内の図示しない前述の冷却水通路を含んで成り、該冷却水循環路70には上述の水トラップ容器58、冷却水循環ポンプWP、三方弁TV、冷却水放熱用のラジエタRD、該ラジエタRDと並列的に設けられたバイパスBPおよび脱イオンフィルタDIF、冷却水の導電率を検出する導電率センサCSが設けられている。

【0055】また、上記各燃料電池2には、発電部6の各発電セル8の出力電圧を検出する電圧センサVSが設けられ、また両燃料電池2を直列に接続した電線には電力供給スイッチSW1を介して走行用モータ72が接続されると共に図示しない電力供給スイッチを介して各種の電装品（上述のガス循環ポンプGP、GP'も含む）が接続されている。

【0056】また、上記システムにおいては、その他にも図示の如きソレノイドバルブSV6、SV6'、SV7、マニュアルバルブMV2、MV2'、MV3'およびオートバルブAV1が設けられている。

【0057】上記の如く構成されたシステムにおいては、通常の燃料電池作動停止時には、ソレノイドバルブSV4、SV4'を除きその他のすべてのソレノイドバルブ、マニュアルバルブ、オートバルブおよびリークバルブは閉成され、各循環ポンプGP、GP'、WPは駆動停止され、かつ走行用モータ72のスイッチSW1および各種電装品のスイッチは開成されている。

【0058】また、通常の燃料電池作動時（運転時）には、ソレノイドバルブSV1、SV2、SV1'、SV2'を開成し、水素ガスおよび酸素ガス循環ポンプGP、GP'を作動させ、各燃料電池2に酸素ガスおよび水素ガスを供給すると共にそれらを循環させ（酸素ガスおよび水素ガス供給源50、60からは反応により消費した量だけ新たに酸素ガスおよび水素ガスが供給される）、また冷却水循環ポンプWPを作動させて冷却水を燃料電池2に循環させ、もって前述のメカニズムにより各燃料



電池2での発電および各燃料電池2の冷却が行なわれ、さらにスイッチSW1を閉成してその発電した電気により走行用モータ72を駆動すると共に上述の図示しないスイッチを閉成して各種電装品に電力を供給する。

【0059】<燃料電池システムの作動停止手順>次に、上記燃料電池システムの作動停止手順について図5を参照しながら説明する。この作動停止は、燃料電池2内の残留ガスの反応による生成水を良好に排除し、かつその残留ガスの反応による余剰電力の有効利用を図り得る手順で行なわれる。

【0060】まず、P1で燃料電池から外部負荷への電力供給スイッチつまり走行用モータ72への電力供給スイッチSW1および上述の各種電装品への電力供給スイッチ等をオフにし、その後P2でバルブSV1、SV1'を閉じて水素ガス供給源60および酸素ガス供給源50から燃料電池2への水素ガスおよび酸素ガスの供給を停止する。

【0061】しかしながら、この様に水素ガスおよび酸素ガスの供給を停止しても、燃料電池2内には水素ガスおよび酸素ガスが残っており、それらの残留ガスがその後も燃料電池2内で反応し続けるため、それによって発生した水がプロトン交換膜10に付着し、再起動時に反応ガスのプロトン交換膜への到達が妨げられることとなる。

【0062】そこで、上記バルブSV1、SV1'を閉じた後は、P3において、上記燃料電池2内の残留ガスの反応によって発電された電力を利用して水素ガス循環ポンプGPおよび酸素ガス循環ポンプGP'を作動させる。この作動は両ガス循環ポンプGP、GP'への電力供給スイッチを閉成しておくことにより行なう。これにより、残留ガスの反応中も水素ガス循環路66および酸素ガス循環路56内を水素ガスおよび酸素ガスが循環し、従ってその残留ガス中の水分および残留ガスの反応により生成された水はこの水素ガスおよび酸素ガスの流れによって良好に外部に排出され、燃料電池作動停止後のプロトン交換膜への水付着を防止することができる。

【0063】また、P4において、上記ガス循環ポンプGP、GP'の作動と共に残留ガスの反応により発電された余剰電力を利用してそれらのガス循環ポンプGP、GP'以外の所定の電装品を作動させる。この作動は上記所定の電装品への電力供給スイッチを閉成することにより行なわれる。この電装品作動にあたっては、自動車の停車中に動作させることが必要または有効な電装品を作動させることが望ましく、その様は電装品としては、例えば足元ランプやハザードランプ等の照明ランプ類、車室内換気装置あるいは空気清浄器等を好適に作動させることができる。なお、上記車室内換気装置の作動にあたっては、例えば夏季の車室内温度上昇防止を目的として、車室内温度が外気温より高くかつ車室内温度が設定温度より高い場合に作動させることができる。

【0064】続いて、P5で燃料電池2の出力電力もしくは残留ガス圧が所定値以下になったことを検出したら、残留反応ガスの量が十分減少したものとみなしてP6で上記ガス循環ポンプGP、GP'の駆動を停止すると共に上記電装品の駆動を停止し、P7でバルブSV2、SV2'を閉じて燃料電池システムを停止させる。上記燃料電池2の出力電圧は燃料電池2単位の電圧（1つの燃料電池を構成する複数の発電セルの発電電圧の総和）であっても良いし、各発電セル単位の電圧であっても良い。それらの電圧は上述の燃料電池2に設けられた電圧センサVSによって検出される。また、上記残留ガス圧は残留水素ガス圧でも残留酸素ガス圧でもしくはそれらの双方の残留ガス圧のいずれでも良く、それらの残留ガス圧は上述の圧力センサPS2、PS2'によって検出することができる。

【0065】上記の様に、燃料電池の作動停止後即ち燃料電池への反応ガスの供給停止後、残留ガスの反応により発電された電気を用いて両ガス循環ポンプGP、GP'を駆動するように構成したので、残留ガスの反応により生成された水および残留ガス含有水分をその残留ガスの流れにより良好に燃料電池2から排出することができ、かかる残留ガス反応生成水等による起動時のトラブルを防止することができる。

【0066】また、その残留ガス反応により発電された余剰電力により、従来はその余剰電力をリークさせていたのに対し、上記の様に自動車停車中に動作させることが必要または有効な電装品を駆動するように構成したので、その余剰電力の有効利用を図ることができる。

【0067】<燃料電池システムの起動手順>次に、上記燃料電池システムの起動手順について、図6～図9を参照しながら説明する。上記燃料電池システムを起動する際には、上記燃料電池における付着水のチェックの他、供給ガス圧チェック、ガス洩れチェック、漏電チェックをそれぞれ自動的に行ない、全て問題がなければ燃料電池システムの通常作動に移行し、いずれかに不都合があれば起動を停止する。これにより、専門知識を有しない通常のユーザには困難な上記各チェックを自動的に行ない、不都合が存在するときは起動が自動的に停止されるので、安全走行の実現が図られる。

【0068】図6に示す様に、上記燃料電池システムの起動にあたっては、まずQ1で図示しない通常のバッテリーから燃料電池システム制御回路へ電力を供給するスタートスイッチ（図示せず）（両ガス循環ポンプGP、GP'への電力供給スイッチは除く）をオンさせる。続いてQ2でバルブSV1、SV1'を開にし、圧力センサPS1、PS1'で供給ガス圧のチェックを行なう。供給ガス圧が異常のときは起動を停止し、正常のときはQ4でバルブSV2、SV2'を開にして酸素ガスおよび水素ガスを燃料電池2に供給する。そしてQ5で燃料電池2におけるガス洩れをチェックし、ガス洩れがあれば

起動を停止し、なければQ6で漏電チェックを行ない、漏電があれば起動を停止し、なければQ7で発電電圧、電流、温度を検出し、Q8でガス循環ポンプGP、GP'への電力供給スイッチを閉成して両ガス循環ポンプGP、GP'を作動させ、Q9で発電電圧をチェックし、電圧異常であれば起動を停止し、なければ起動時のチェックは全て正常ということでそのまま作動を続行して走行用モータ72への電力供給スイッチSW1をオンさせる通常作動に移行する。

【0069】次に、上記各チェックについて詳細に説明する。まず、供給ガス圧チェックは、図7に示す手順で行なう。図7は供給水素ガス圧のチェック手順であり、供給酸素ガス圧チェックもこれと同様に行なわれる。まず、R1でバルブSV1を開く。このときバルブSV2は未だ閉じており、従ってバルブSV2までは水素ガス供給源50から水素ガスが供給され、かつ圧力レギュレータPRより下流側はその圧力レギュレータPRで所定のガス圧に調整されている。よって、この状態で圧力レギュレータPRとバルブSV2との間に設けられた圧力センサPS1で圧力を検出することにより供給ガス圧チェック（このガス圧チェックは結局圧力レギュレータPRのチェックである）を行ない、R2で検出ガス圧が規定値（圧力レギュレータPRにより調整されるべきガス圧に基づいて定められる）以下のときは供給ガス圧が正常ということでR9に進み、バルブSV2を開き、次のプロセス（図6のQ5）に進む。検出ガス圧が規定値より大でガス圧異常のときはR3に進み、そこで上記バルブSV1を閉じてR4でバルブSV3を開いて水素ガスを大気中に放出し、R5において圧力センサPS1でガス圧を検出し、検出ガス圧が規定値以下まで下ったか否かを判断し、規定値以下に下がるまでSV3を開き続け、規定値以下になったらR6でSV3を閉じ、R7で上記R1～R6までの実行回数が規定回数に達したか否かを判断し、達していなければR1に戻り、再度R1～R6までのステップを繰り返し、その途中でR2において圧力センサPS1の検出ガス圧が規定値以下となったらR9に進み、途中で圧力センサPS1の検出ガス圧が規定値以下になることなくR1～R6までのステップの実行回数が規定回数に達したら、供給水素ガス圧が異常（圧力レギュレータPRが異常）ということでR8に進みそこで起動プロセスを停止する。なお、上記R1～R6を規定回数繰り返すということは、結局供給水素ガス圧のチェックを規定回数繰り返すということである。

【0070】図8は他の供給ガス圧チェック手順を示す図である。上記図7に示すチェック手順はガス圧チェックを繰り返す際にバルブSV3を開けて水素ガスを大気に放出するものであったが、この図8に示す手順は水素ガスを大気に放出する前に燃料電池システム内に放出し、それでも異常であった場合のみ大気に放出して繰り

返しチェックを行なうものであり、これにより水素ガスの大気放出の減少を図ろうとするものである。

【0071】この手順においては、S1でバルブSV1を開き、S2で圧力センサPS1の検出ガス圧が規定値以下か否かを判断し、規定値以下のときはS13でバルブSV2を開き、規定値より大のときはS3でバルブSV1を閉じる。ここまでは前述の手順と同じである。そして、このバルブSV1を閉じた後、本手順ではS4でバルブSV2を開き、これによって水素ガスを燃料電池2側に放出し、S5で圧力センサPS1の検出ガス圧が規定値以下になったか否かを判断する。バルブSV2を開けた直後のガス圧は未だ規定値以下になっていないのでS5からS6に進み、そこでバルブSV2を開けてから規定時間だけ待ち、その間に検出ガス圧が規定値以下になったらS12でバルブSV2を閉じ、再度S1～S4のステップを繰り返す。そして、このS1～S4のステップを繰り返している途中でS2において検出圧力が規定値以下になったときはS13に進む。S2において検出ガス圧が規定値以下になることなくS1～S4のステップを繰り返していると、今だ水素ガス循環ポンプGPは作動していないのでそのうち水素ガスを燃料電池2内に放出し得なくなり、バルブSV2を開けた後規定時間を経過しても圧力が規定値以下にならなくなる。そうすると、S6からS7に進み、そこでバルブSV3を開き、S8で圧力センサPS1の検出ガス圧が規定値以下になるまで待ち、規定値以下になったらS9でバルブSV3を閉じ、S10でS1～S9のステップの実行回数が規定回数に達したか否かを判断し、達していなければS12でバルブSV2を閉じてS1に戻り、再度S1～S9を繰り返す。その途中でS2において検出ガス圧が規定値以下になったらS13に進み、S2で検出ガス圧が規定値以下になることなくS1～S9の繰り返し回数が規定回数に達したら、S11で起動プロセスを停止する。

【0072】次に、図6のQ5に示すガス洩れチェックについて説明する。前述の様に、供給ガス圧チェックによりガス圧正常と判断されたらバルブSV2、SV2'を開き、ガス洩れチェックを行なう。このガス洩れチェックは、前述の流量センサFS、FS'によって行なう。即ち、バルブSV2、SV2'を開けた直後は水素ガスおよび酸素ガスは燃料電池2内に向けて流れるが、この時点では未だガス循環ポンプGP、GP'は作動していないので、ある程度水素ガスおよび酸素ガスが流れると燃料電池2内の水素ガスおよび酸素ガスの圧力は上昇して上記圧力レギュレータPR、PR'により調整された圧力に近づき、以後は燃料電池2に向けて殆んど流れなくなる。しかるに、このとき燃料電池2に破損等によるガス洩れが生じていると、水素ガスおよび酸素ガスは引き続き燃料電池2に向けて所定量流れ続ける。

【0073】そこで、上記バルブSV2と燃料電池2との間に設けた流量センサFS、FS'によりガス流量を

検出し、バルブSV2, SV2'を開けた時点から規定時間経過後の検出流量が規定値以上のときはガス洩れあり、規定値より小のときはガス洩れなしと判断し、水素ガスおよび酸素ガスのいずれかのガス洩れありのときは起動プロセスを停止し、いずれもガス洩れなしのときは次の漏電チェックに移行する。

【0074】次に、図6のQ6に示す漏電チェックについて説明する。漏電チェックは冷却水を通して漏電するか否かをチェックするものであり、この漏電チェックは冷却水の電気導電率を前述の導電率センサCSにより検出し、導電率が規定値以上のときは冷却水を通して漏電する虞れありということで起動を停止し、規定値より小のときは漏電の虞れなしということで次の電圧チェックに移る。

【0075】次に図6のQ9に示す電圧チェックについて説明する。前述の様に、起動時には作動停止時における残留ガスの反応による生成水がプロトン交換膜に付着し、正常な反応発電が妨げられる場合が生じ得る。従って、起動時に燃料電池2が正常に発電しているか否かをチェックし、正常発電が行なわれないときは起動を停止する。なお、この正常発電が行なわれない原因としては、上記プロトン交換膜への水付着以外にも、燃料電池の破損、プロトン交換膜や電極劣化等の種々の燃料電池自体の故障が考えられ、上記電圧チェックにより水付着によるトラブルのみでなくその様な燃料電池自体の故障も検出でき、それに応じて起動を停止させることができるものである。

【0076】この電圧チェックの手順を、図9を参照しながら説明する。まず、T1でガス循環ポンプGP, GP'を作動させる(図6のQ8参照)。次に、T2で電圧チェックを行なう。この電圧チェックは、前述の電圧センサVSにより燃料電池2の各発電セルもしくは複数の発電セル8から成る複数の発電セルグループそれぞれの電圧を検出し、それらの電圧のいずれもが規定値(本来正常に発電したらなるであろう電圧に基づいて決定される)以上であれば電圧正常、いずれかが規定値より小であれば電圧異常と判断する。そして、電圧が異常、即ちいずれかが規定値にまで達しなければT3で規定時間経過するまで待ち(電圧の立ち上りに所定時間要することがあるから)、規定時間経過する前に全ての電圧が規定値以上となり電圧正常と判断したらT5に進み、起動プロセスを終了し、以後はそのまま燃料電池の作動を続行して通常作動に移行する。また、所定時間経過してもいずれかの電圧が規定値に達しなければ、電圧異常と判断してT4に進み起動プロセスを停止する。

【0077】図10は他の電圧チェック手順を示す図である。上述の手順は、ガス循環ポンプGP, GP'を作動させて規定時間待ち、それでも電圧が規定値に達しなかったときには起動を停止するものである。上記ガス循環ポンプGP, GP'の作動によるガス流によりある

程度付着水が除去されたがそれでも付着水が残っている場合にはそのまま起動停止となるが、それらの付着水は基本的に除去可能なものであり、従ってその様な付着水の除去を行なった後においても電圧が異常である場合にのみ起動停止とすれば、付着水による起動停止を減少させることができると共に真に除去不可能な付着水による電圧異常の場合にのみ起動停止とすることができ、好都合である。

【0078】図6はかかる付着水除去を組み込んだ電圧チェック手順を示す図である。図示の如くまずU1でガス循環ポンプGP, GP'を作動させ、U2でT2と同様の電圧チェックを行ない、U3で規定時間経過するまで待ち、規定時間経過前に発電電圧が正常と判断されたらU8に進み起動プロセスを終了する。ここまでは図9に示す手順のT1, T2, T3, T5と同じである。

【0079】次に、規定時間経過しても発電電圧が正常にならないときは、U4で水滴除去プロセス(付着水除去制御)を実行する。この水滴除去プロセスは、例えばガス流量の増大もしくはガス流量の増減変化により行なうことができる。ガス流量の増大は、酸素ガスおよび水素ガス循環路56, 66上のパージバルブSV5', SV5を開放することにより燃料電池2内の酸素ガスおよび水素ガスを一気に排出し、それにより瞬間的にであるがガス流量を増大させる方法あるいは酸素ガス循環ポンプGP'および水素ガス循環ポンプGPの流量を増大させる方法により実行することができる。ガス流量の増減変化は、例えば上記酸素ガス循環ポンプGP'および水素ガス循環ポンプGPのオン・オフを繰り返すことにより、あるいは酸素ガスおよび水素ガス循環路56, 66上に設けた前述の循環路開閉バルブSV4', SV4の開閉を繰り返すことにより実行することができる。

【0080】上記水滴除去プロセスを実行しつつU5でT5と同様の電圧チェックを行ない、電圧が正常になれば水滴除去プロセスを終了してU8に進み、起動プロセスを終了する。U5で電圧が正常と判断されないときはU6で水滴除去プロセスが規定回数もしくは規定時間行なわれたか否かを判断し、規定回数もしくは規定時間水滴除去プロセスが行なわれても発電電圧が正常にならなかった場合にのみ、U7で起動プロセスを停止する。

【0081】上記図9, 10に示す実施例においては、発電電圧の正常異常を、各発電セルの発電電圧もしくは各発電セルグループの発電電圧が規定値以上か否かによって判断しているが、各発電セル内の発電電圧のばらつき(例えば最大値と最小値との差分)もしくは各発電セルグループ間の発電電圧(発電セルグループの発電電圧はその発電セルグループ内の発電セルの発電電圧の総和)のばらつきが規定値以上(電圧異常)か規定値より小(電圧正常)かによって判断することができるし、また各燃料電池自身の発電電圧(燃料電池内の各発電セルの発電電圧の総和)が規定値以上(電圧正常)が規定値よ

り小(電圧異常)かによって判断することもできる。  
 【0082】なお、前述の様に発電電圧の異常原因は付着水のみでなく燃料電池の故障も考えられ、上記図9に示す手順ではその発電電圧の異常原因がいずれかを判別することはできず、付着水の場合は基本的に除去可能でありかつ除去して起動することが望ましいものであるにも拘らず、その様な付着水による場合も一律に起動停止とされる。しかしながら、上記図10に示す手順によれば、その様な付着水による電圧異常に基づく起動停止の殆んどは回避でき、基本的にその場では直ちに解決不可能な燃料電池自体の故障による電圧異常のときのみ起動停止とすることができるので好都合である。

【0083】また、上記実施例では付着水除去に関して水素ガス側と酸素ガス側とを同様に構成しているが、付着水の問題は特に酸素室において発生する反応生成水のウエイトが大きく、従って上記の余剰電力によるガス循環ポンプの作動やガス流量の増大もしくは増減変化による付着水除去制御は酸素ガス側のみ施すことも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る燃料電池自動車における燃料電池システムの一実施例を示す図

【図2】図1中の燃料電池を示す図

【図3】図2中の燃料電池における水素ガス、酸素ガスおよび冷却水の流れを示す図

10

\*【図4】図2中の燃料電池の発電部の構成および酸素ガスの流れを示す断面図

【図5】燃料電池システムの作動停止手順の一例を示すフローチャート

【図6】燃料電池システムの起動手順の一例を示すフローチャート

【図7、図8】それぞれ供給ガス圧チェック手順の一例を示すフローチャート

【図9、図10】それぞれ発電電圧チェック手順の一例を示すフローチャート

【図11、図12】従来の燃料電池の配設態様を示す図

【符号の説明】

2 燃料電池

6 発電部

8 発電セル

20 酸素ガス通路

30 水素ガス通路

50 酸素ガス供給源

56 酸素ガス循環路

60 水素ガス供給源

66 水素ガス循環路

72 走行用モータ

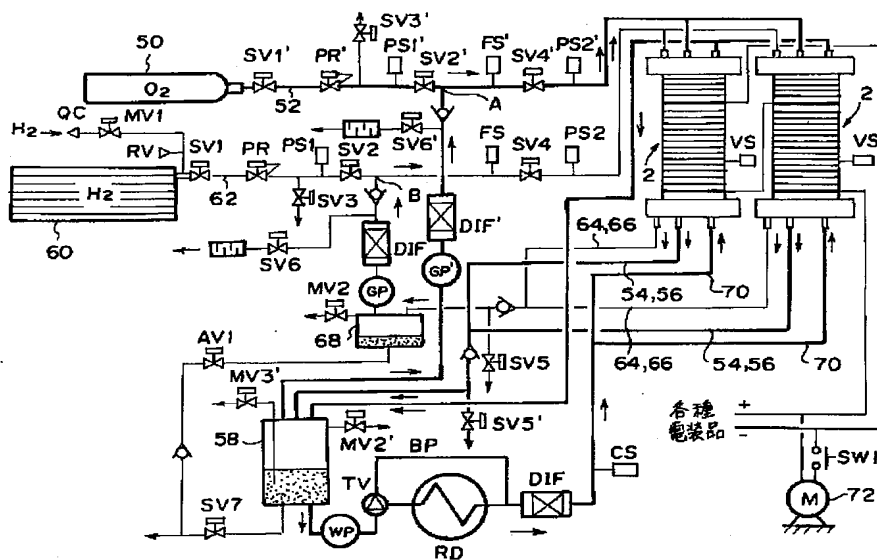
GP 水素ガス循環ポンプ

GP' 酸素ガス循環路ポンプ

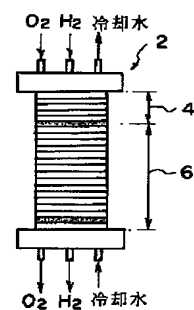
VS 電圧センサ

\*

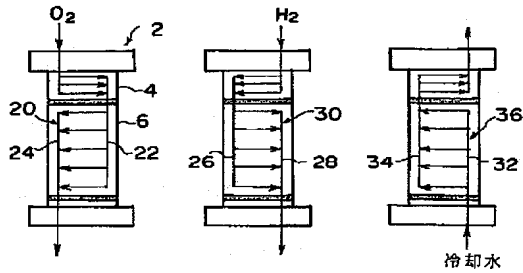
【図1】



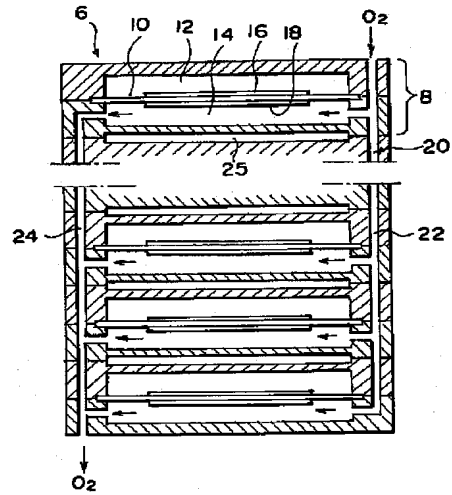
【図2】



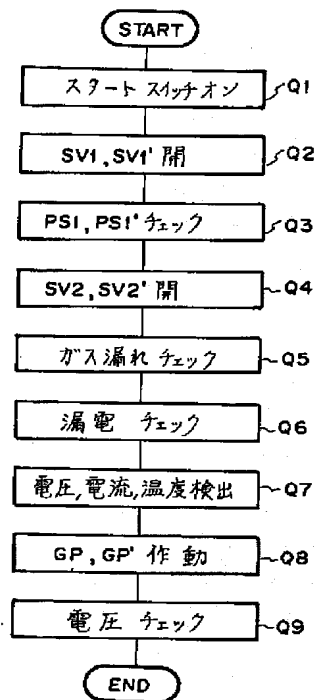
【図3】



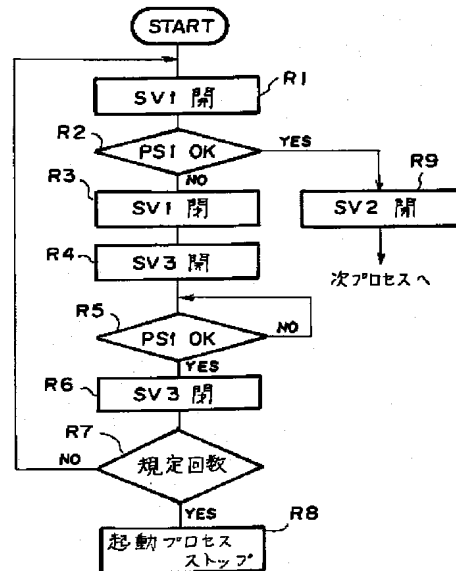
【図4】



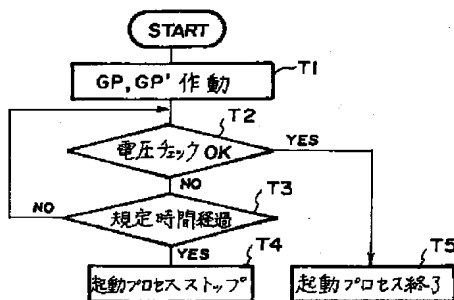
【図6】



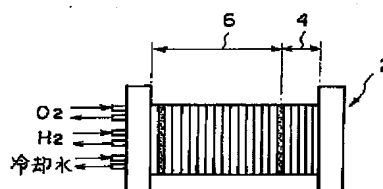
【図7】



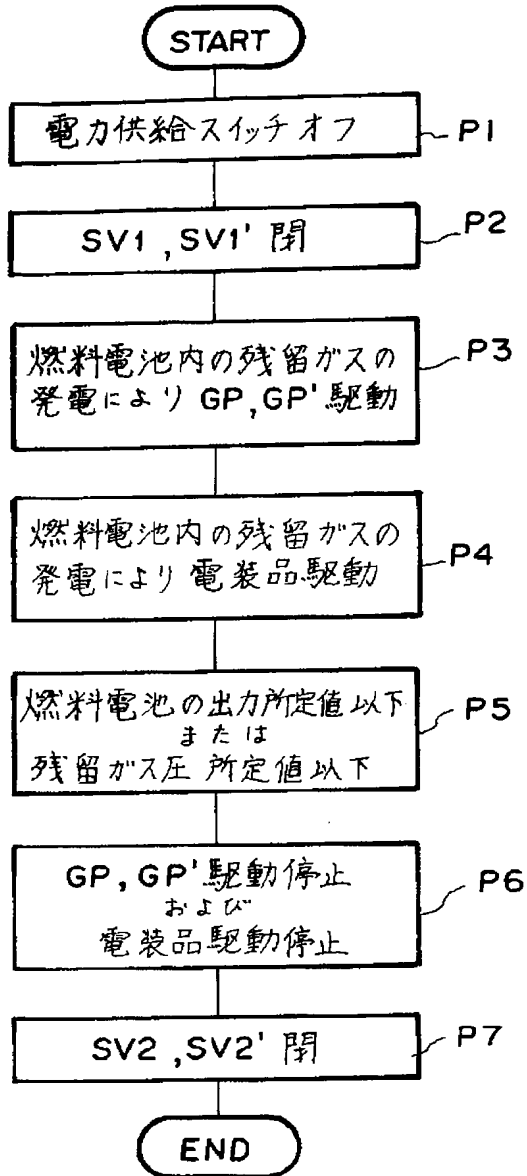
【図9】



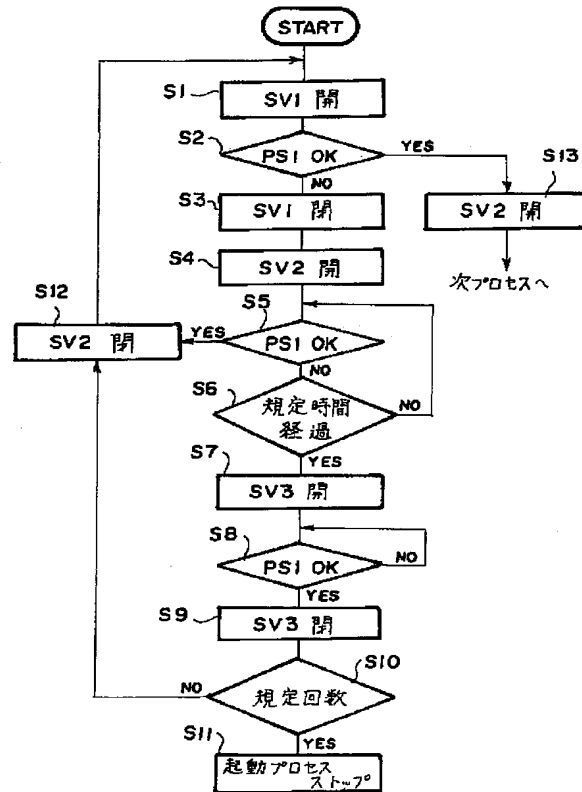
【図11】



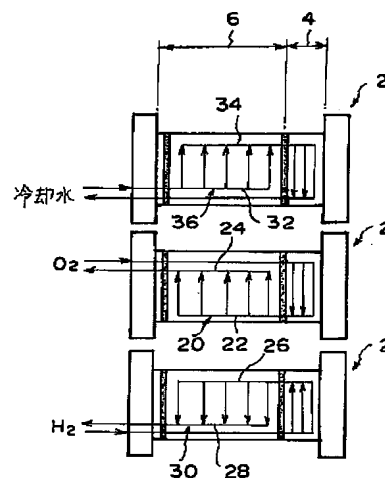
【図5】



【図8】



【図12】



【図10】

